

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-248908

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

B41J 2/015

B41J 2/175

(21)Application number : 08-057646

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.03.1996

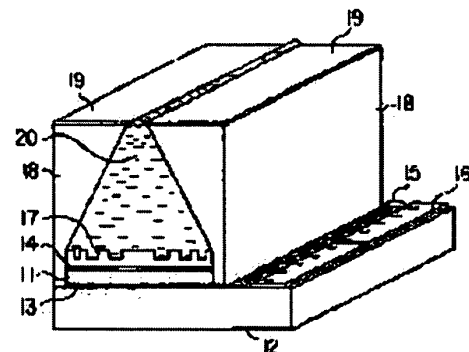
(72)Inventor : AMAMIYA ISAO  
TANUMA CHIAKI  
SAITO SHIRO  
KUDO NORIKO  
YAGI HITOSHI

## (54) INK-JET RECORDING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To jet and fly ink drops highly efficiently and with high speed by making the acoustic impedance of the inner wall face being brought into contact with a liq. ink in an ink holding room at most a specified value of the acoustic impedance of the liq. ink.

**SOLUTION:** An ultrasonic generating means is constituted of an individual piezoelectric element 11 and individual and common electrodes 13 and 14 are connected with a driving circuit 16 and a one dimensional Fresnel lens 17 as an acoustic lens is formed on the piezoelectric element 11 through a common electrode 14. A slit panel 19 is provided on the Fresnel lens 17 to constitute a continuous room with no partition wall in the arranging direction of the piezoelectric element 11 and an ink holding room 18 wherein the inner wall face has a slope in such a way that the width of opening on the inner wall face is gradually narrowed from the piezoelectric element 11 side to the ink liq. 20 face side, is formed. In addition, the acoustic impedance of the inner wall being brought into contact with the ink in the ink holding room 18 is made at most 10-fold of the acoustic impedance of the liq. ink. It is possible thereby to decrease enough reflection strength of the ultrasonic wave on the inner wall and to improve flying efficiency of the ink drops.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-248908

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

---

(51)Int.Cl.

B41J 2/015

B41J 2/175

---

(21)Application number : 08-057646 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.03.1996 (72)Inventor : AMAMIYA ISAO

TANUMA CHIAKI

SAITO SHIRO

KUDO NORIKO

YAGI HITOSHI

---

(54) INK-JET RECORDING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To jet and fly ink drops highly efficiently and with high speed by making the acoustic impedance of the inner wall face being brought into contact with a liq. ink in an ink holding room at most a specified value of the acoustic impedance of the liq. ink.

SOLUTION: An ultrasonic generating means is constituted of an individual piezoelectric element 11 and individual and common electrodes 13 and 14 are connected with a driving circuit 16 and a one dimensional Fresnel lens 17 as an acoustic lens is formed on the piezoelectric element 11 through a common

electrode 14. A slit panel 19 is provided on the Fresnel lens 17 to constitute a continuous room with no partition wall in the arranging direction of the piezoelectric element 11 and an ink holding room 18 wherein the inner wall face has a slope in such a way that the width of opening on the inner wall face is gradually narrowed from the piezoelectric element 11 side to the ink liq. 20 face side, is formed. In addition, the acoustic impedance of the inner wall being brought into contact with the ink in the ink holding room 18 is made at most 10-fold of the acoustic impedance of the liq. ink. It is possible thereby to decrease enough reflection strength of the ultrasonic wave on the inner wall and to improve flying efficiency of the ink drops.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ink-jet recording device with which it is an ink-jet recording device possessing the ink maintenance room holding liquid ink, the ultrasonic generating means which consists of a piezoelectric device acoustically connected with said liquid ink, the driving means which drive said piezoelectric device, and the focussing-of-ultrasonic-waves means on which the supersonic wave generated from said piezoelectric device converges near the oil level of said liquid ink, and the acoustic impedance of the internal surface in contact with the liquid ink of said ink maintenance room is characterized by to be 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink.

[Claim 2] The ink jet recording device according to claim 1 characterized by having two or more focussing-of-ultrasonic-waves means to have a converging point which is different in said ink maintenance room.

[Claim 3] The ink jet recording device according to claim 1 or 2 whose focussing-of-ultrasonic-waves means is a Fresnel lens.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The field to which invention belongs] By drop-izing liquid ink and making it fly on the recorded body, this invention relates to the ink jet recording apparatus which records an image, and relates to the ink jet recording apparatus which is made to breathe out an ink droplet with the pressure of the ultrasonic beam especially emitted by the piezoelectric device, and is made to fly on the recorded body.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ink jet printer which liquid ink is made to fly on a record medium, and forms a record dot conventionally is known. This ink jet printer has little noise compared with other recording methods, has the advantage that processing of development, fixing, etc. is unnecessary, and attracts attention as a regular paper record technique.

[0003] Although the method of many ink jet printers is proposed by current, the method which makes an ink droplet fly by the pressure of the steam generated with the heat of \*\*\*\*\* currently especially indicated by JP,56-9492,B and JP,61-59911,B, the method which makes an ink droplet fly by the pressure pulse by the variation rate of the piezo electric crystal currently indicated by JP,53-12138,B are typical. However, by these methods, there is a problem of being easy to

produce concentration of ink by evaporation and volatilization of a solvent locally, and being easy to produce blinding for a nozzle since the nozzle according to individual corresponding to each resolution is thin. The complicated structure in ink passage etc. makes induction of the blinding further easy to carry out especially in the method using a steamy pressure by the method for which adhesion of the insoluble matter by a thermal or chemical reaction with ink etc. uses the pressure by the variation rate of a piezo electric crystal again. Although the frequency of the blinding can be low stopped in the serial head which is using dozens to 100 and dozens of nozzles, with the Rhine head which needs thousands of nozzles, blinding occurs by probable quite high frequency, and it has been a big problem in respect of dependability. Furthermore, these methods also have the fault of not being suitable in improvement in resolution.

[0004] In order to conquer these faults, the method using a supersonic wave of making an ink droplet fly from a liquid ink side using the pressure of the ultrasonic beam generated from the piezo electric crystal of a thin film is proposed (reference, such as IBM TDB, vol.16, No.4, 1168 pages (1973-10), and a Provisional-Publication-No. 63 1 No. 162253 official report). Since this method is the so-called nozzle loess method which needs neither the nozzle for every dot according to individual, nor the septum between ink passage, it does not have a problem of the restoration from blinding or it which was serious \*\*\*\* when forming the Rhine head. Moreover, by this method, since the ink droplet of a very small path can be made to fly to stability, it is suitable also for high resolution-ization. Furthermore, the sector electronic scanning (refer to JP,2-184443,A) which is made to excite the supersonic wave which carried out phase control to the extent that it was alike as another focussing-of-ultrasonic-waves means, respectively from two or more piezoelectric devices arranged in the shape of an array, and is centralized on one near the liquid ink side is proposed. However, by the method using these supersonic waves, there is a problem that the flight effectiveness of an ink droplet is low.

[0005] Furthermore, in JP,58-187363,A, the proposal which specified that the

contact angle over the water of the internal surface which touches liquid ink was 50 degrees or less is indicated about the ink maintenance room of the ink jet printer using a supersonic wave. However, although a convention of the contact angle of such an internal surface is effective when improving the wettability of liquid ink, or the omission nature of the air bubbles mixed in the ink maintenance interior of a room, any consideration is not made by this official report about the flight effectiveness of an ink droplet, either.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, this invention tends to solve the problem of the above-mentioned conventional ink jet recording device, and makes it a technical problem to offer the ink JIENTO recording device which makes image recording possible at efficient and a high speed.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The ink maintenance room where this invention holds liquid ink in order to solve the above-mentioned technical problem, The ultrasonic generating means which consists of a piezoelectric device acoustically connected with said liquid ink, It is an ink jet recording device possessing the driving means which drives said piezoelectric device, and the focussing-of-ultrasonic-waves means on which the supersonic wave generated from said piezoelectric device is converged near the oil level of said liquid ink. The acoustic impedance of the internal surface in contact with the liquid ink of said ink maintenance room offers the ink jet recording device characterized by being 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink.

[0008] In said ink maintenance room, it can have two or more focussing-of-ultrasonic-waves means to have a different converging point. Moreover, as for a focussing-of-ultrasonic-waves means, it is desirable that it is a Fresnel lens.

[0009] In the ink jet recording device which records an image by this invention persons' making an ink droplet breathe out from the oil level of liquid ink with the radiation pressure of an ultrasonic beam, and making it fly on the recorded body In order to attain the improvement in the speed and high-resolution-izing of



record speed which were not able to be attained by the conventional method. The piezoelectric device arranged at the predetermined spacing constitutes two or more ultrasonic generating means. Converge an ultrasonic beam near the liquid ink side, and an ink droplet is made to fly by given and driving predetermined phase contrast in some of the piezoelectric-device groups (drive elements). The ink jet recording device possessing the driving means (linear electronic-raster-scanning means) which shifts and drives the drive elements in the predetermined direction per piezoelectric device beyond 1 or it has been proposed.

[0010] In such an ink jet recording device, this invention persons performed detailed observation of the examination and the flight condition of the flight conditions of an ink droplet, in order to attain improvement in the flight effectiveness of an ink droplet, and improvement in the speed of record/print speed. Consequently, the ink maintenance room holding liquid ink found out having big effect on the flight effectiveness of liquid ink.

[0011] Namely, when immersed in the condition which an ink maintenance room can assume that are very large and only ink exists substantially for a piezoelectric device, for example, the head which consists of a piezoelectric device, an acoustic lens, etc. in the tub of big liquid ink, it receives. In the case where the space holding liquid ink prepares the ink maintenance room of a piezoelectric device which serves as only the upper part mostly, when other conditions were made the same, it turned out that the driver voltage of the piezoelectric device which enables flight of an ink droplet becomes twice [ about ]. Moreover, even if the wave number of a drive burst wave compared, the difference of \*\*\*\* said extent arose. That is, it became clear that existence of an ink maintenance room lowers the flight effectiveness of liquid ink. Furthermore, the nearest spacing that may make an ink droplet fly to coincidence when making an ink droplet fly to coincidence in the location where the liquid ink side approached using two or more piezoelectric devices arranged in the shape of Rhine needed one about 1.5 times the distance of this compared with the case where it is immersed in a big liquid ink tub, when an ink maintenance room was

prepared. It interfered with the original supersonic wave with which the part of the supersonic waves emitted into liquid ink from the piezoelectric device reached the wall of an ink maintenance room from these experimental results, and reflection was emitted to a lifting and this reflected wave in the direction of a liquid ink side from the piezoelectric device there, and it was thought that the reinforcement of an ultrasonic beam was reduced near the liquid ink side.

[0012] Then, when the configuration and the quality of the material of an ink maintenance room were examined, and optimizing the acoustic impedance (product of a consistency and acoustic velocity) of the internal surface of an ink maintenance room stopped the reflectivity of a supersonic wave, the very effective thing was found out. That is, a supersonic wave produces reflection not a little on the boundary between the media by which acoustic impedances differ. Therefore, as for the acoustic impedance of the internal surface of an ink maintenance room, it is desirable that it is close to the acoustic impedance of liquid ink. the acoustic impedance of an experimental result to liquid ink -- receiving -- the acoustic impedance of the internal surface of an ink maintenance room -- the range of 10 or less times -- be -- it found out not reducing \*\* and flight effectiveness of an ink droplet sharply.

[0013] Moreover, the thin film layer which has an acoustic impedance with this acoustic impedance out of range may be formed in the internal surface of an ink maintenance room which has the acoustic impedance of the above-mentioned range. In this case, when the thickness of that thin film layer was  $1/10$  or less [ of the wavelength of the supersonic wave which spreads the inside of it ], it turned out that big reflection is not produced in the thin film layer concerned, and it does not become a problem.

[0014] Furthermore, although it is desirable for the whole to be the same ingredient as for an ink maintenance room, the ingredient with the acoustic impedance near liquid ink has many which have a low mechanical strength as the structure. In such a case, what is necessary is to form the whole mostly and just to coat the internal surface of the ink maintenance room which touches liquid

ink with the ingredient of an ink maintenance room which has the acoustic impedance of said range with an ingredient with other high reinforcement. In this case, as for acoustic-impedance [ of liquid ink ]  $Z(i)$ , acoustic-impedance [ of a wall coating layer ]  $Z(c)$ , and acoustic-impedance [ of the bulk material of an ink maintenance room ]  $Z(b)$ , it is desirable to fill the relation of  $Z(i) \leq Z(c) \leq Z(b)$ . By satisfying this relation, reflection in the ink maintenance indoor section can be suppressed. In addition, as an ingredient which constitutes an ink maintenance room, an ingredient with big attenuation of a supersonic wave is desirable.

[0015] As mentioned above, it becomes possible by making the acoustic impedance of the internal surface of an ink maintenance room into 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink to be able to reduce the reflectivity of the supersonic wave in an internal surface enough, and to raise the flight effectiveness of an ink droplet, and to make an ink droplet fly to coincidence in a near distance on a liquid ink side. Also when the acoustic lens of the usual concave surface or a convex is used, it is taken, but this effectiveness is remarkable when the so-called Fresnel lens designed based on the Fresnel zona-orbicularis theory especially as an acoustic lens is used. Compared with the acoustic lens of the usual concave surface or a convex, a Fresnel lens emits a supersonic wave superficially, forms the part into which a supersonic wave becomes strong locally from the diffraction phenomena, namely, connects a focus. Therefore, since the reinforcement of the supersonic wave which is spread broadly and reaches the internal surface of an ink maintenance room also becomes high and a supersonic wave becomes easy to generate a reflected wave, its this invention is very effective.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the perspective view of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. In drawing 1, the piezoelectric device 11 of a large number arranged in the shape of [ which constitutes an ultrasonic generating

means ] an array is formed on the substrate 12 which served as backing material. The separated individual electrode 13 is formed in the inferior surface of tongue of each piezoelectric device, respectively. Moreover, the common electrode 14 common to each piezoelectric device 11 is formed in the top face of the piezoelectric-device group arranged in the shape of an array.

[0017] Although the ultrasonic generating means is constituted from drawing 1 by two or more piezoelectric devices 11 according to individual, the ultrasonic generating means may be constituted by the piezoelectric device of one which has not been separated, and arranges only the individual electrode 13 in the shape of an array in that case.

[0018] The individual electrode 13 is connected to the drive circuit 16 by the bonding wire 15, and the common electrode 14 is also connected to the drive circuit 16 through the circuit pattern (not shown).

[0019] In addition, the individual electrode 13 is formed in the top face of a piezoelectric-device group, and you may make it form the common electrode 14 in the inferior surface of tongue of a piezoelectric-device group. On the piezoelectric device 11, Fresnel lens 17 of the single dimension as an acoustic lens is formed through the common electrode 14.

[0020] On Fresnel lens 17, the ink maintenance room 18 in which liquid ink 20 is held is formed, and the slit plate 19 is formed in the top face. The ink maintenance room 18 constitutes the continuation interior of a room which does not have a septum in the array direction of a piezoelectric device. Moreover, the internal surface of the ink maintenance room 18 has an inclination where it applies to a liquid ink side side from a piezoelectric-device 11 side, and aperture width becomes narrow gradually. In addition, you may make it the top face of the ink maintenance room 18 constitute a direct slit, without forming the slit plate 19.

[0021] In the ink jet recording device head of the above-mentioned configuration, the acoustic impedance of the internal surface of the ink maintenance room 18 is 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink 20. When the water color ink of a color system is used as liquid ink, since the acoustic impedance is

abbreviation  $1.4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and a second, as an ingredient of the internal surface of an ink maintenance room Silicone rubber (sound IMBI dance: about  $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), A styrene rubber (acoustic impedance: about  $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Petit RUGOMU (acoustic impedance: about  $1.8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Styrene-butadiene rubber (acoustic impedance: about  $1.8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Natural rubber (acoustic impedance: about  $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Rubber, such as ferrite rubber (acoustic impedance: about  $5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second) An epoxy resin (acoustic impedance: about  $4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Acrylic resin (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), A polyvinyl chloride (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Polyethylene (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Polystyrene (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), ABS plastics (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), A polycarbonate (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), A paraffin (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Polypropylene (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Nylon (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), Resin, such as Teflon (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), polyimide (acoustic impedance: about  $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), and \*\* 1 KURAITO (acoustic impedance: about  $4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second), is effective. Moreover, if the ingredient which made such rubber and resin distribute the matter with which acoustic impedances, such as an alumina, a silica, a tungsten, carbon, and a Mylar, differ is also prepared so that an acoustic impedance may become said within the limits, the reflectivity in the interface of liquid ink 20 and the ink maintenance room 18 can be stopped, in addition the damping effect in the inside of an ingredient can be increased, and return of the supersonic wave from the ink maintenance room 18 interior to the inside of liquid ink 20 will also be low - \*\* (ed). furthermore -- pure -- glass, for example, Pyrex glass and soda glass, other than \*\*\*\* quartz glass (acoustic impedance: about  $15 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$  and second) which carried out presentation adjustment and my call glass, crown glass, a fused quartz, etc. are sufficient

(acoustic impedance: about  $10 - 13 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and second). An ingredient with the same said also of the oily ink and water color ink (acoustic impedance: about  $2 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and second) of a pigment system can be used for the front face of an ink maintenance room.

[0022] Next, an example of the focusing approach of a supersonic wave and the drive approach of a piezoelectric device is explained. The focusing approach of the supersonic wave in the array direction of a piezoelectric device 11 is operated so that may set up a predetermined time delay to some piezoelectric-device groups (coincidence drive elements) of the piezoelectric device 11 arranged in the shape of an array, they may be driven to coincidence, the phase of the supersonic wave then emitted from each piezoelectric device 11 may be controlled and the reinforcement of a supersonic wave may become strong locally near the liquid ink side, namely, so that a focus may be connected. On the other hand, Fresnel lens 17 performs the focusing approach of the supersonic wave in the direction which goes direct to the array direction of the array-like piezoelectric device 11 an acoustic lens and here. thus, focusing of the supersonic wave from two directions -- the pressure of the location of the arbitration on a liquid ink side to a supersonic wave -- the regurgitation [ an ink droplet ] -- it is made to fly As for the flight location of an ink droplet, it is possible to make it change by scanning electronically, as the piezoelectric-device group driven to coincidence was explained previously. Furthermore, two or more ink droplets can be made to fly to coincidence by preparing two or more said coincidence drive elements in the piezoelectric device arranged in the shape of an array. Moreover, the head which has the structure of making one ink droplet flying is sufficient by preparing a circular Fresnel lens or a circular concave lens in a piezoelectric device 11 according to an individual in another example, and driving one piezoelectric device.

[0023] Drawing 2 is the sectional view of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention. With the gestalt of the 1st operation, although the ink maintenance room 18 is altogether

formed with the same ingredient, it explains the example of the head section which the ink maintenance room may be formed with the ingredient which was explained about drawing 1, and with which the interior differs from an internal surface as already stated, and has such an ink maintenance room here.

[0024] The head section of the ink jet recording device shown in drawing 2 is the same as that of the head section concerning the gestalt of the 1st operation explained about drawing 1 except for the component of the ink maintenance room 28.

[0025] The head section of drawing 2 explains the gestalt of the 1st operation to the wall of the ink maintenance room 28, and although it has the coating layer 21 formed with the illustrated ink maintenance room ingredient, i.e., the ingredient whose sound IMBI dance is 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink 20, parts for other ink maintenance chamber portion are formed with the other ingredient (internal ingredient). Especially the internal ingredient of an ink maintenance room is not limited. For example, a metallic material and a ceramic ingredient with a mechanical strength high as an internal ingredient of an ink maintenance room can be used. Here, as for acoustic-impedance [ of liquid ink 20 ]  $Z(i)$ , acoustic-impedance [ of the wall coating layer 21 ]  $Z(c)$ , and acoustic-impedance [ of the interior ingredient of bulk of the ink maintenance room 28 ]  $Z(b)$ , it is desirable to fill the relation of  $Z(i) \leq Z(c) \leq Z(b)$ . By fulfilling this condition, reflection of the supersonic wave in the ink maintenance indoor section can be suppressed, and stripping of the supersonic wave can be carried out to the ink maintenance indoor section. Therefore, it is desirable for attenuation to be also large as an ingredient which constitutes the ink maintenance room 28. A porous ceramic ingredient can be illustrated to the mixture and the pan which contained in resin an ingredient which acoustic impedances, such as powder, a filler, etc. of a metal or a metallic oxide, are large, and is different as an internal ingredient of such an ink maintenance room.

[0026] Drawing 3 is the sectional view of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention. In the

example shown in drawing 1 and drawing 2 , the ink maintenance rooms 18 and 28 explain an ink jet recording device equipped with the ink maintenance room 38 which formed in the front face further the thin film layer 31 which has an acoustic impedance with said acoustic impedance out of range here, although the front face of a wall is formed at least with the ingredient with which an acoustic impedance becomes 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink 10. The recording device shown in drawing 3 has the same configuration as the recording device shown in drawing 1 or drawing 2 , except that the components of the ink maintenance room 38 differ. If the thickness is  $1/10$  or less [ of the wavelength of the supersonic wave which spreads the inside of it ], the thin film layer 31 will not produce big reflection, and will not pose a problem. For example, the chemical stability of the ink maintenance room 38 can be raised by forming such a thin film layer 31 with metals, such as gold (Au), nickel (nickel), cobalt (Co), titanium (Ti), aluminum (aluminum), copper (Cu), and chromium (Cr). In addition, although the recording device which formed the thin film layer 31 in the internal surface of the ink maintenance room 28 of the recording device shown in drawing 2 was shown in drawing 3 , the thin film layer 31 can also be directly formed in the internal surface of the ink maintenance room 18 of the recording device shown in drawing 1 .

[0027] By the way, although it has an inclination where the configuration of the internal surface of the ink maintenance rooms 18, 28, and 38 is applied to a liquid ink side side from a piezoelectric-device side, and aperture width becomes narrow gradually in the head section of the ink jet recording device shown in drawing 1 thru/or drawing 3 , the configuration of an ink maintenance room is not restricted to this.

[0028] Drawing 4 shows the head section of the ink jet recording device equipped with the ink maintenance room 48 which has an parallel internal surface. Although the coating layer 21 explained to the internal surface of the ink maintenance room 48 about drawing 2 is formed with the equipment shown in drawing 4 , the component of the ink maintenance room 48 may be an ingredient



explained about drawing 1 or drawing 3 . In addition, it is desirable to give a radius of circle inside [ for a joint ] the slit plate 19 and the ink maintenance room 48, in this case, so that air bubbles may not remain. Moreover, even when forming the slit plate 19 and ink maintenance room 48 \*\*\*\* with the same ingredient, it is desirable to round a corner similarly.

[0029]

[Example] In the ink jet recording device of the structure shown in drawing 1 the ink maintenance room 18 whole An epoxy resin (acoustic impedance: about  $4 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and second), Pyrex glass (acoustic impedance: about  $13 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and second), quartz glass (acoustic-impedance: -- about --  $15 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and a second --) The case where the head in the condition of not attaching an ink maintenance room for the flight conditions of the ink droplet at the time of forming with the example of a comparison or silicon (acoustic impedance: about  $20 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and a second, the example of a comparison) is immersed into the tub which filled liquid ink, and comparison examination were performed. The terms and conditions of piezoelectric material (PZT), the number of coincidence drive piezoelectric devices (16 elements), a piezoelectric-device pitch (85 micrometers), the depth (2.7mm) of liquid ink, drive frequency (50MHz), liquid ink (about [ acoustic-impedance ] water color ink of the color system of  $1.4 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> and a second), etc. were made the same, and the conditions (wave number) which adjust only the burst wave number impressed from the drive circuit 16, and flight of an ink droplet starts from a liquid ink side were measured. Consequently, at about 1200 waves and the ink maintenance room made from Pyrex glass, about 2400 waves were needed by about 2000 waves and the ink maintenance room made from silicon at the ink maintenance room made of an epoxy resin to the ink droplet having flown by about 1000 waves in the condition of not attaching an ink maintenance room in about 1300 waves and the ink maintenance room made from quartz glass.

[0030] thus, the ingredient of an ink maintenance room -- if the acoustic impedance of the internal surface of an ink maintenance room exceeds 10 times

of the acoustic impedance of liquid ink strictly, the flight effectiveness of an ink droplet will fall notably. Therefore, the acoustic impedance of the internal surface of the ink maintenance room 18 is understood that it is effective in the increase in efficiency and power-saving of ink droplet flight that they are 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink 20.

[0031] Next, when making an ink droplet fly to coincidence by two on a liquid ink side, which experimented by making it the same whether it can be made to fly at near spacing including the impression burst wave number on the same conditions as the above-mentioned experiment. Consequently, at 37 elements and the ink maintenance room made from Pyrex glass, the distance for 64 elements needed to be separated by 50 elements and the ink maintenance room made from silicon in 39 elements and the ink maintenance room made from quartz glass at the ink maintenance room made of an epoxy resin to setting spacing for 30 elements (2.55mm) in the condition of not attaching an ink maintenance room, and being flown to two-drop coincidence.

[0032] Thus, it is clear \*\*\*\* of an ink maintenance room and to need distance spacing sufficient in order to make two or more ink droplets fly to coincidence, if the acoustic impedance of the internal surface of an ink maintenance room exceeds 10 times of the acoustic impedance of liquid ink strictly. Therefore, if the acoustic impedance of the internal surface of the ink maintenance room 18 is 10 or less times of the acoustic impedance of liquid ink 10, improvement in the speed of a print speed with possible making two or more ink droplets fly to coincidence in a near distance on a liquid ink side can be attained.

[0033]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, an ink jet recording device effective in the regurgitation [ an ink droplet ] and power-saving since [ which is made ] it is made to fly is offered at efficient and a high speed. Moreover, since it is possible to make an ink droplet fly to coincidence at intervals of a near distance on a liquid ink side as for the ink jet recording device of this invention, it can realize improvement in the speed of record/print speed.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view showing the configuration of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing the configuration of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing the configuration of the head section of the ink jet recording device concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 4] The sectional view showing the configuration of the ink jet head section concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Description of Notations]

- 11 -- Piezoelectric device
- 12 -- Substrate
- 13 -- Common electrode
- 14 -- Individual electrode

- 15 -- Bonding wire
- 16 -- Drive circuit
- 17 -- Fresnel lens
- 18, 28, 38, 48 -- Ink maintenance room
- 19 -- Slit plate
- 20 -- Liquid ink
- 21 -- Coating layer
- 31 -- Thin film layer

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

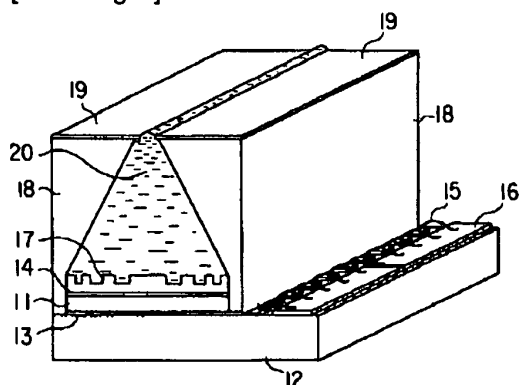
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

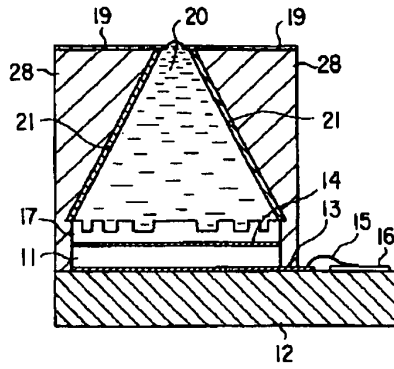
**DRAWINGS**

---

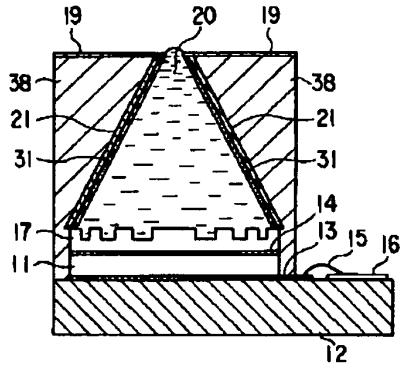
[Drawing 1]



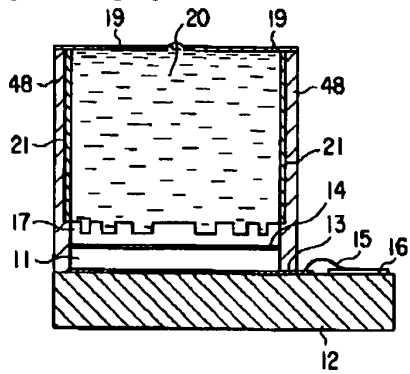
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-248908

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/015		B 4 1 J	3/04
	2/175			1 0 3 Z
				1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-57646

(22) 出願日 平成8年(1996)3月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 雨宮 功

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 田沼 千秋

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 斉藤 史郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

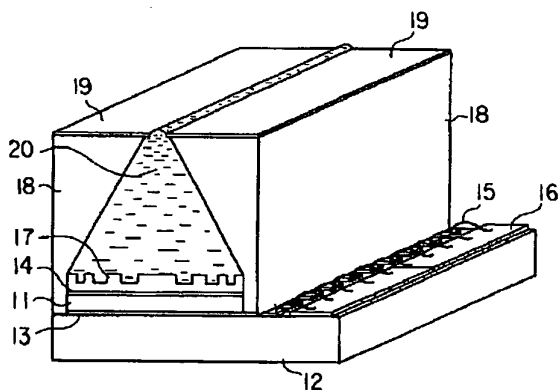
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波ビームの放射圧により液体インクの液面からインク滴を吐出させて被記録体上に飛翔させることにより画像を高効率かつ高速で記録することができるインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 インク保持室(18)のインク液(20)と接触する内壁面の音響インピーダンスをインク液の音響インピーダンスの10倍以下に設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体インクを保持するインク保持室と、前記液体インクと音響的に接続される圧電素子からなる超音波発生手段と、前記圧電素子を駆動する駆動手段と、前記圧電素子から発生される超音波を前記液体インクの液面近傍に集束させる超音波集束手段とを具備するインクジェット記録装置であって、前記インク保持室の液体インクと接触する内壁面の音響インピーダンスが、液体インクの音響インピーダンスの 10 倍以下であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 2】 前記インク保持室に、異なる集束点を有する複数の超音波集束手段を有することを特徴とする請求項 1 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 3】 超音波集束手段が、フレネルレンズである請求項 1 または 2 記載のインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する分野】 本発明は、液体インクを液滴化して被記録体上に飛翔させることにより画像を記録するインクジェット記録装置に係り、特に、圧電素子により放射される超音波ビームの圧力によりインク滴を吐出させて被記録体上に飛翔させるインクジェット記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、液体インクを記録媒体上に飛翔させて記録ドットを形成するインクジェットプリンタが知られている。このインクジェットプリンタは、他の記録方式と比べて騒音が少なく、現像や定着などの処理が不要であるという利点を有し、普通紙記録技術として注目されている。

【0003】 現在までに、数多くのインクジェットプリンタの方式が提案されているが、特に、例えば特公昭 56-9492 号や特公昭 61-59911 号に開示されている発熱体の熱により発生する蒸気の圧力でインク滴を飛翔させる方式、および例えば特公昭 53-12138 号に開示されている圧電体の変位による圧力パルスでインク滴を飛翔させる方式等が代表的なものである。しかし、これらの方式では溶媒の蒸発や揮発によって局部的にインクの濃縮が生じやすく、また、それぞれの解像度に対応する個別のノズルが細いため、ノズルに目詰まりを生じやすいという問題がある。特に、蒸気の圧力を利用する方式では、インクとの熱的あるいは化学的な反応などによる不溶物の付着が、また圧電体の変位による圧力を利用する方式では、インク流路等における複雑な構造がさらに目詰まりを誘起しやすくしている。数十から数百数十のノズルを使用しているシリアルヘッドではその目詰まりの頻度を低く抑えることができるが、数千のノズルを必要とするラインヘッドでは確率的にかなり高い頻度で目詰まりが発生し、信頼性の面で大きな問題となっている。さらに、これらの方式は解像度の向上には

適していないという欠点もある。

【0004】 これらの欠点を克服するために、薄膜の圧電体から発生する超音波ビームの圧力を用いてインク液面からインク滴を飛翔させるという、超音波を用いる方式が提案されている (IBM TDB, vol. 16, No. 4, 1168 頁 (1973-10)、特開昭 63-162253 号公報等参照)。この方式は個別のドット毎のノズルやインク流路間の隔壁を必要としないいわゆるノズルレス方式であるために、ラインヘッド化する上で大きな障害であった目詰まりやそれからの復旧という問題がない。また、この方式では、非常に小さい径のインク滴を安定に飛翔させることができるため、高解像度化にも適している。さらに、別の超音波集束手段として、アレイ状に配置された複数の圧電素子からそれぞれに位相制御した超音波を励起させてインク液面近傍の一点に集中させるセクタ電子スキャン法 (特開平 2-184443 号公報参照) が提案されている。しかし、これら超音波を用いる方式ではインク滴の飛翔効率が低いという問題がある。

20 【0005】 さらに、超音波を用いるインクジェットプリンタのインク保持室に関して、特開昭 58-187363 号公報においては、インク液と接する内壁面の水に対する接触角が  $50^\circ$  以下であることを規定した提案が開示されている。しかし、このような内壁面の接触角の規定はインク液の濡れ性、あるいはインク保持室内に混入した気泡の抜け性を改善する上で効果があるが、この公報には、インク滴の飛翔効率については何らの考慮もなされていない。

## 【0006】

30 【発明が解決しようとする課題】 したがって、本発明は、上記従来のインクジェット記録装置の問題を解決しようとするものであり、高効率、高速で画像記録を可能にするインクジェント記録装置を提供することを課題とする。

## 【0007】

40 【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は、液体インクを保持するインク保持室と、前記液体インクと音響的に接続される圧電素子からなる超音波発生手段と、前記圧電素子を駆動する駆動手段と、前記圧電素子から発生される超音波を前記液体インクの液面近傍に集束させる超音波集束手段とを具備するインクジェット記録装置であって、前記インク保持室の液体インクと接触する内壁面の音響インピーダンスが、液体インクの音響インピーダンスの 10 倍以下であることを特徴とするインクジェット記録装置を提供するものである。

50 【0008】 前記インク保持室には、異なる集束点を有する複数の超音波集束手段を有することができる。また、超音波集束手段は、フレネルレンズであることが好ましい。

【0009】本発明者らは、超音波ビームの放射圧で液体インクの液面からインク滴を吐出させて被記録体上に飛翔させることにより画像を記録するインクジェット記録装置において、従来の方式では達成できなかった記録スピードの高速化や高解像度化を図るために、複数の超音波発生手段を所定の間隔で配置された圧電素子により構成し、その一部の圧電素子群（駆動素子群）に所定の位相差を与えて駆動することによってインク液面近傍に超音波ビームを集束させてインク滴を飛翔させ、駆動素子群を1またはそれ以上の圧電素子単位で所定方向にずらして駆動する駆動手段（リニア電子走査手段）を具備したインクジェット記録装置を提案してきた。

【0010】本発明者らは、そのようなインクジェット記録装置において、インク滴の飛翔効率の向上と記録／印刷速度の高速化を図るために、インク滴の飛翔条件の検討とその飛翔状態の詳細な観察を行った。その結果、インク液を保持するインク保持室がインク液の飛翔効率に大きな影響を与えることを見出した。

【0011】すなわち、インク保持室が非常に大きく、圧電素子にとって実質的にインクのみしか存在しないと仮定できる状態、例えば大きなインク液の槽内に圧電素子や音響レンズなどで構成されるヘッドを浸漬した場合に対して、インク液を保持する空間が圧電素子のほぼ上方のみとなるインク保持室を設けた場合では、他の条件を同じにしたときにインク滴の飛翔を可能とする圧電素子の駆動電圧が約2倍となることがわかった。また、駆動パルス波の波数で比較しても、ほぼ同程度の差が生じた。すなわち、インク保持室の存在がインク液の飛翔効率を下げる事が明らかになった。さらに、ライン状に配列した複数の圧電素子を用い、インク液面の近接した位置で同時にインク滴を飛翔させる場合においても、インク滴を同時に飛翔させ得る最も近い間隔は、インク保持室を設けた場合には大きなインク液槽に浸漬した場合に比べて約1.5倍の距離を必要とした。これらの実験結果から、圧電素子からインク液中に放射された超音波のうちの一部がインク保持室の内壁に到達してそこで反射を起こし、この反射波が圧電素子からインク液面方向に放射された本来の超音波と干渉して、インク液面近傍で超音波ビームの強度を低下させるものと考えられた。

【0012】そこで、インク保持室の形状や材質を検討したところ、インク保持室の内壁面の音響インピーダンス（密度と音速の積）を最適化することが超音波の反射強度を抑える上で非常に有効であることを見出した。すなわち、超音波は音響インピーダンスの異なる媒質間の境界では少なからず反射を生じる。従って、インク保持室の内壁面の音響インピーダンスは、インク液の音響インピーダンスに近いことが望ましい。実験結果から、インク液の音響インピーダンスに対してインク保持室の内壁面の音響インピーダンスが10倍以下の範囲であ

ば、インク滴の飛翔効率を大幅に低下させないことを見出した。

【0013】また、上記範囲の音響インピーダンスを有するインク保持室の内壁面に、この音響インピーダンスの範囲外の音響インピーダンスを有する薄膜層を形成してもよい。この場合、その薄膜層の膜厚がその中を伝搬する超音波の波長の $1/10$ 以下であれば、当該薄膜層で大きな反射を生じず、問題とはならないことがわかった。

【0014】さらに、インク保持室は全体が同一材料であることが望ましいが、音響インピーダンスがインク液に近い材料は構造物としての機械的強度が低いものが多い。そのような場合は、他の強度の高い材料でインク保持室のほぼ全体を形成し、前記範囲の音響インピーダンスを有する材料をインク液と接するインク保持室の内壁面にコーティングすればよい。この場合、インク液の音響インピーダンス $Z(i)$ と内壁コーティング層の音響インピーダンス $Z(c)$ とインク保持室のバルク材料の音響インピーダンス $Z(b)$ とは、 $Z(i) \leq Z(c) \leq Z(b)$ の関係を満たしていることが望ましい。この関係を満足することにより、インク保持室内部での反射を抑えることができる。加えて、インク保持室を構成する材料としては、超音波の減衰が大きな材料が望ましい。

【0015】前述のように、インク保持室の内壁面の音響インピーダンスをインク液の音響インピーダンスの10倍以下にすることにより、内壁面での超音波の反射強度を十分低減でき、インク滴の飛翔効率を向上させ、またインク液面上の近い距離で同時にインク滴を飛翔させることが可能となる。この効果は、通常の凹面や凸面の音響レンズを用いた場合にも奏されるが、特に音響レンズとしてフレネル輪帯理論に基づいて設計されたいわゆるフレネルレンズを用いた場合に顕著である。フレネルレンズは、通常の凹面や凸面の音響レンズに比べ、超音波を平面的に放射し、その回折現象から超音波が局部的に強まる部分を形成する、すなわち焦点を結ぶ。従って、超音波は広範囲に伝搬されてインク保持室の内壁面に到達する超音波の強度も高くなり、反射波を発生しやすくなるため、本発明が非常に有効である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係るインクジェット記録装置のヘッド部の斜視図である。図1において、超音波発生手段を構成するアレイ状に配置された多数の圧電素子11が、パッキング材を兼ねた基板12上に形成されている。各圧電素子の下面には、互いに分離した個別電極13がそれぞれ設けられている。また、アレイ状に配置された圧電素子群の上面には、各圧電素子11に共通の共通電極14が形成されている。



5

【0017】図1では、超音波発生手段は、個別の複数の圧電素子11により構成されているが、超音波発生手段は、分離していない一体の圧電素子により構成されていてもよく、その場合個別電極13のみをアレイ状に配置する。

【0018】個別電極13は、ボンディングワイヤ15により駆動回路16に接続され、共通電極14も配線パターン（図示せず）を介して駆動回路16に接続されている。

【0019】なお、個別電極13を圧電素子群の上面に形成し、共通電極14を圧電素子群の下面に形成するようにしてもよい。共通電極14を介して圧電素子11の上には、音響レンズとしての一次元のフレネルレンズ17が形成されている。

【0020】フレネルレンズ17の上には、インク液20を収容するインク保持室18が形成され、その上面にはスリット板19が設けられている。インク保持室18は、圧電素子の配列方向に隔壁のない連続室内を構成している。また、インク保持室18の内壁面は、圧電素子11側からインク液面側にかけて開口幅が徐々に狭くなるような傾斜を有している。なお、スリット板19を形成することなく、インク保持室18の上面が直接スリットを構成するようにしてもよい。

【0021】上記構成のインクジェット記録装置ヘッドにおいて、インク保持室18の内壁面は、その音響インピーダンスがインク液20の音響インピーダンスの10倍以下である。インク液として染料系の水性インクを用いた場合、その音響インピーダンスは約 $1.4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ であることから、インク保持室の内壁面の材料としては、シリコーンゴム（音響インピーダンス：約 $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、スチレンゴム（音響インピーダンス：約 $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ブチルゴム（音響インピーダンス：約 $1.8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、スチレン・ブタジエンゴム（音響インピーダンス：約 $1.8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、天然ゴム（音響インピーダンス：約 $1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、フェライトゴム（音響インピーダンス：約 $5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）等のゴム類、エポキシ樹脂（音響インピーダンス：約 $4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、アクリル樹脂（音響インピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリ塩化ビニル（音響インピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリエチレン（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリスチレン（音響インピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ABS樹脂（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリカーボネート（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、パラフィン（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリプロピレン（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ナイロン（音響イ

6

ンピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、テフロン（音響インピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ポリイミド（音響インピーダンス：約 $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、ベークライト（音響インピーダンス：約 $4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）等の樹脂類等が有効である。また、このようなゴム類や樹脂類にアルミナ、シリカ、タングステン、カーボン、マイラーなどの音響インピーダンスの異なる物質を分散させた材料でも、音響インピーダンスが前記範囲内になるよう調合すれば、インク液20とインク保持室18との界面における反射強度を抑えることができ、加えて、材料中での減衰効果を増大させることができ、インク保持室18内部からインク液20中への超音波の戻りも低減される。さらに、純粋な石英ガラス（音響インピーダンス：約 $15 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）以外の組成調整したガラス類、例えばパイレックスガラスやソーダガラス、またマイコールガラス、クラウンガラス、熔融石英など（音響インピーダンス：約 $10 \sim 13 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）でもよい。顔料系の油性インクおよび水性インク（音響インピーダンス：約 $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）でも同様な材料をインク保持室の表面に使用できる。

【0022】次に、超音波の集束方法および圧電素子の駆動方法の一例を説明する。圧電素子11の配列方向における超音波の集束方法は、アレイ状に配置された圧電素子11の一部の圧電素子群（同時駆動素子群）に対して所定の遅延時間を設定してそれらを同時に駆動し、そのとき各圧電素子11から放射される超音波の位相を制御して、インク液面近傍で超音波の強度が局所的に強くなるように、すなわち焦点を結ぶように動作させる。一方、アレイ状の圧電素子11の配列方向に対して直行する方向における超音波の集束方法は、音響レンズ、ここではフレネルレンズ17によって行う。このように二方向からの超音波の集束により、インク液面上の任意の位置から超音波の圧力でインク滴を吐出、飛翔させる。インク滴の飛翔位置は、同時に駆動する圧電素子群を先に説明したように電子的に走査することにより、変化させることが可能である。さらに、アレイ状に配列された圧電素子の中で、前記同時駆動素子群を複数個設けることにより同時に複数のインク滴を飛翔させることができる。また、別の例では、圧電素子11に個別に円形のフレネルレンズあるいは凹面レンズを設け、1つの圧電素子を駆動することにより1つのインク滴を飛翔させる構造を有するヘッドでもよい。

【0023】図2は、本発明の第2の実施の形態に係わるインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。図1に関して説明した第1の実施の形態では、インク保持室18は全て同一材料で形成されているが、すでに述べたようにインク保持室は、その内部が内壁面とは異なる材料で形成されていてもよく、ここではそのようなインク保持室を有するヘッド部の例を説明する。

【0024】図2に示すインクジェット記録装置のヘッド部は、インク保持室28の構成材料を除き、図1に関して説明した第1の実施の形態に係るヘッド部と同様のものである。

【0025】図2のヘッド部は、インク保持室28の内壁に第1の実施の形態に関して説明し、例示したインク保持室材料、すなわち音響インピーダンスがインク液20の音響インピーダンスの10倍以下である材料で形成されたコーティング層21を有するが、他のインク保持室部分は、それ以外の材料（内部材料）で形成されている。インク保持室の内部材料は特に限定されない。例えば、インク保持室の内部材料としては高い機械的強度を持つ金属材料やセラミック材料を用いることができる。ここで、インク液20の音響インピーダンス $Z(i)$ と内壁コーティング層21の音響インピーダンス $Z(c)$ とインク保持室28のバルク内部材料の音響インピーダンス $Z(b)$ は、 $Z(i) \leq Z(c) \leq Z(b)$ の関係を満たしていることが望ましい。この条件を満たすことによりインク保持室内部での超音波の反射を抑えることができ、超音波をインク保持室内部に放散させることができる。従って、インク保持室28を構成する材料として減衰が大きいことも望ましい。このようなインク保持室の内部材料としては、樹脂に金属あるいは金属酸化物の粉末やフィラー等音響インピーダンスの大きく異なる材料を含んだ混合物、さらには多孔質のセラミック材料を例示することができる。

【0026】図3は、本発明の第3の実施の形態に係わるインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。図1および図2に示した実施例では、インク保持室18、28は、その少なくとも内壁の表面が、音響インピーダンスがインク液10の音響インピーダンスの10倍以下となる材料で形成されているが、ここでは、さらにその表面に前記音響インピーダンスの範囲外の音響インピーダンスを有する薄膜層31を形成したインク保持室38を備えるインクジェット記録装置を説明する。図3に示す記録装置は、インク保持室38の構成材料が異なる以外は、図1または図2に示す記録装置と同様の構成を有する。薄膜層31は、その膜厚がその中を伝搬する超音波の波長の $1/10$ 以下であれば大きな反射を生じず、問題とはならない。例えば、このような薄膜層31を金(Au)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、クロム(Cr)等の金属で形成することにより、インク保持室38の化学的安定性を向上させることができる。なお、図3には、図2に示す記録装置のインク保持室28の内壁面に薄膜層31を形成した記録装置を示したが、薄膜層31は、図1に示す記録装置のインク保持室18の内壁面に直接形成することもできる。

【0027】ところで、図1ないし図3に示すインクジェット記録装置のヘッド部では、インク保持室18、2

8、38の内壁面の形状は圧電素子側からインク液面側にかけて開口幅が徐々に狭くなるような傾斜を有するものであるが、インク保持室の形状はこれに限るものではない。

【0028】図4は、平行な内壁面を有するインク保持室48を備えたインクジェット記録装置のヘッド部を示す。図4に示す装置では、インク保持室48の内壁面に、図2に関して説明したコーティング層21が形成されているが、インク保持室48の構成材料は、図1または図3に関して説明した材料であってもよい。なお、この場合、スリット板19とインク保持室48との接合部分の内側には、気泡が残留しないように丸みをつけることが好ましい。また、スリット板19とインク保持室48とを同一材料で形成する場合でも、同様に角部に丸みをつけることが望ましい。

#### 【0029】

【実施例】図1に示した構造のインクジェット記録装置において、インク保持室18全体をエポキシ樹脂（音響インピーダンス：約 $4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、パイレックスガラス（音響インピーダンス：約 $13 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ ）、石英ガラス（音響インピーダンス：約 $15 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ 、比較例）、またはシリコン（音響インピーダンス：約 $20 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ 、比較例）で形成した場合のインク滴の飛翔条件を、インク保持室を取り付けない状態のヘッドをインク液を満たした槽中に浸漬した場合と比較検討を行った。圧電材料(PZT)、同時駆動圧電素子数(16素子)、圧電素子ピッチ( $85 \mu\text{m}$ )、インク液の深さ( $2.7 \text{ mm}$ )、駆動周波数( $50 \text{ MHz}$ )、インク液（音響インピーダンス約 $1.4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{秒}$ の染料系の水性インク）などの諸条件を同一にし、駆動回路16から印加するバースト波数のみを調整してインク液面からインク滴の飛翔が開始する条件（波数）を測定した。その結果、インク保持室を取り付けない状態では約1000波でインク滴が飛翔したのに対し、エポキシ樹脂製インク保持室では約1200波、パイレックスガラス製インク保持室では約1300波、そして、石英ガラス製インク保持室では約2000波、シリコン製インク保持室では約2400波を必要とした。

【0030】このように、インク保持室の材料、厳密にはインク保持室の内壁面の音響インピーダンスがインク液の音響インピーダンスの10倍を越えると、インク滴の飛翔効率が顕著に低下する。従って、インク保持室18の内壁面の音響インピーダンスはインク液20の音響インピーダンスの10倍以下であることがインク滴飛翔の効率化および省電力化に有効であることがわかる。

【0031】次に、インク液面上の2箇所と同時にインク滴を飛翔させる場合に、どれだけ近い間隔で飛翔させることができるかを、前述の実験と同様の条件で印加バースト波数を含めて同じくして実験を行った。その結

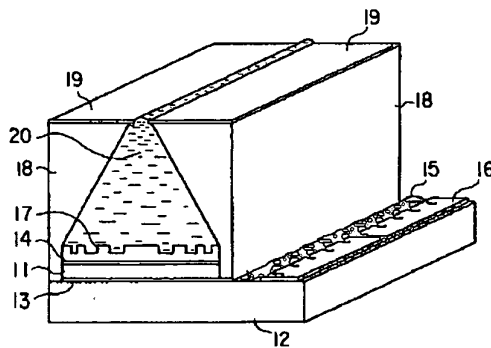
果、インク保持室を取り付けない状態では30素子分（2.55mm）の間隔をおいて2滴同時に飛翔することが可能であったのに対し、エポキシ樹脂製インク保持室では37素子分、パイレックスガラス製インク保持室では39素子分、そして、石英ガラス製インク保持室では50素子分、シリコン製インク保持室では64素子分の距離を隔てる必要があった。

【0032】このように、インク保持室の材料、厳密にはインク保持室の内壁面の音響インピーダンスがインク液の音響インピーダンスの10倍を越えると、同時に複数個のインク滴を飛翔させるためには十分な距離間隔を必要とすることが明らかである。従って、インク保持室18の内壁面の音響インピーダンスがインク液10の音響インピーダンスの10倍以下であれば、インク液面上の近い距離でインク滴を同時に複数個飛翔させることが可能である、印刷速度の高速化が図れる。

【0033】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、高効率、高速でインク滴を吐出、飛翔させることから省電力化に有効なインクジェット記録装置が提供される。また、本発明のインクジェット記録装置は、インク液面上の近い距離間隔でインク滴を同時に飛翔させることが可能なことから記録／印刷速度の高速化を実現でき

【図1】



る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るインクジェット記録装置のヘッド部の構成を示す斜視図。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係るインクジェット記録装置のヘッド部の構成を示す断面図。

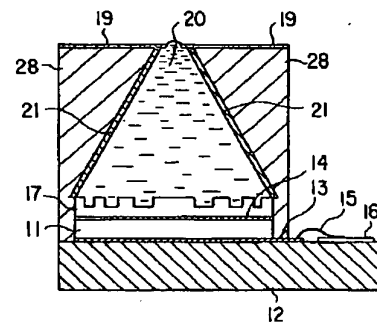
【図3】本発明の第3の実施の形態に係るインクジェット記録装置のヘッド部の構成を示す断面図。

【図4】本発明の第4の実施の形態に係るインクジェットヘッド部の構成を示す断面図。

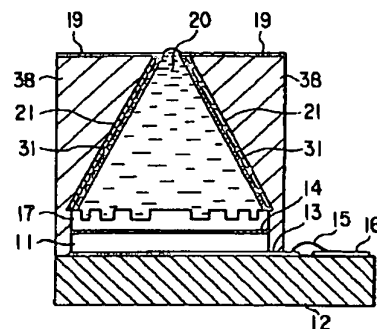
【符号の説明】

- 11…圧電素子
- 12…基板
- 13…共通電極
- 14…個別電極
- 15…ボンディングワイヤ
- 16…駆動回路
- 17…フレネルレンズ
- 18, 28, 38, 48…インク保持室
- 19…スリット板
- 20…インク液
- 21…コーティング層
- 31…薄膜層

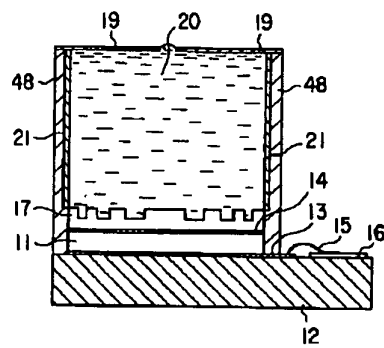
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 工藤 紀子  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 八木 均  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内